

## DROGI POLNE JAKO ŹRÓDŁA DOSTAWY WODY I ZWIETRZELIN DO KORYTA CIEKU

*Wojciech Froehlich, January Słupik*

Zakład Geografii Fizycznej w Krakowie  
Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN

### CEL I ZAKRES PRACY

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie wstępnych wyników systematycznych pomiarów spływu wody i transportu zwietrzelin na drogach polnych na stokach beskidzkich. Drogi polne są nieodzownym elementem gospodarki rolnej. W górach spełniają one z wielu względów niekorzystną rolę. Klimaszewski [5] zwrócił uwagę na przewodnią rolę dróg polnych w odprowadzaniu do koryta potoku wód roztopowych i erodowanych cząstek gleby. Ziemnicki [13] podkreślił niewłaściwy sposób prowadzenia i zły stan utrzymania dróg polnych w Karpatach fliszowych. Przedstawił on metody ochrony powierzchni dróg przed erozją, polegające m. in. na odprowadzaniu spływającej wody zadarnionym pasem obok drogi. Starkel [10] zalicza drogi polne do form rzeźby związanych pośrednio z działalnością człowieka. Tworzą się one na zboczach o spadku ponad 2° przy współdziałaniu splukiwania, erozji liniowej i hamowania „na łańcuch”. Głębokość dróg Starkel wiąże z intensywnością użytkowania. Prochal [6] uważa, że głębokie rozcięcia drogowe są głównymi „producentami” rumowiska rzeczno. W związku z tym wyraża pogląd, że w Karpatach fliszowych drogi winny mieć utwardzoną nawierzchnię i nachylenie nie większe niż 12‰. Figuła [1] stwierdził prawie 100-krotnie większą prędkość wody spływającej bruzdą polną w porównaniu z powierzchnią zadarnioną. Wnikliwe obserwacje poparte wyrywkowymi pomiarami prędkości spływu posłużyły Figule do wyrażenia opinii, że wskutek szybkiego spływu wody drogi polne powiększają kulminację wezbrań katastrofalnych i przyspieszają proces erozji gleb. Zmniejszenie strat powodziowych i erozji gleb widział on m. in. w ograniczeniu ilości dróg polnych na stokach Karpat fliszowych. Starkel [12] oraz Adamczyk podkreślają zagadnienie zubożania zasobów wody w glebie na skutek wadliwego pro-

wadzenia dróg w poprzek stoku. Strome skarpy drogi przecinają horyzont wodonośny drenując odcinek stoku położony powyżej.

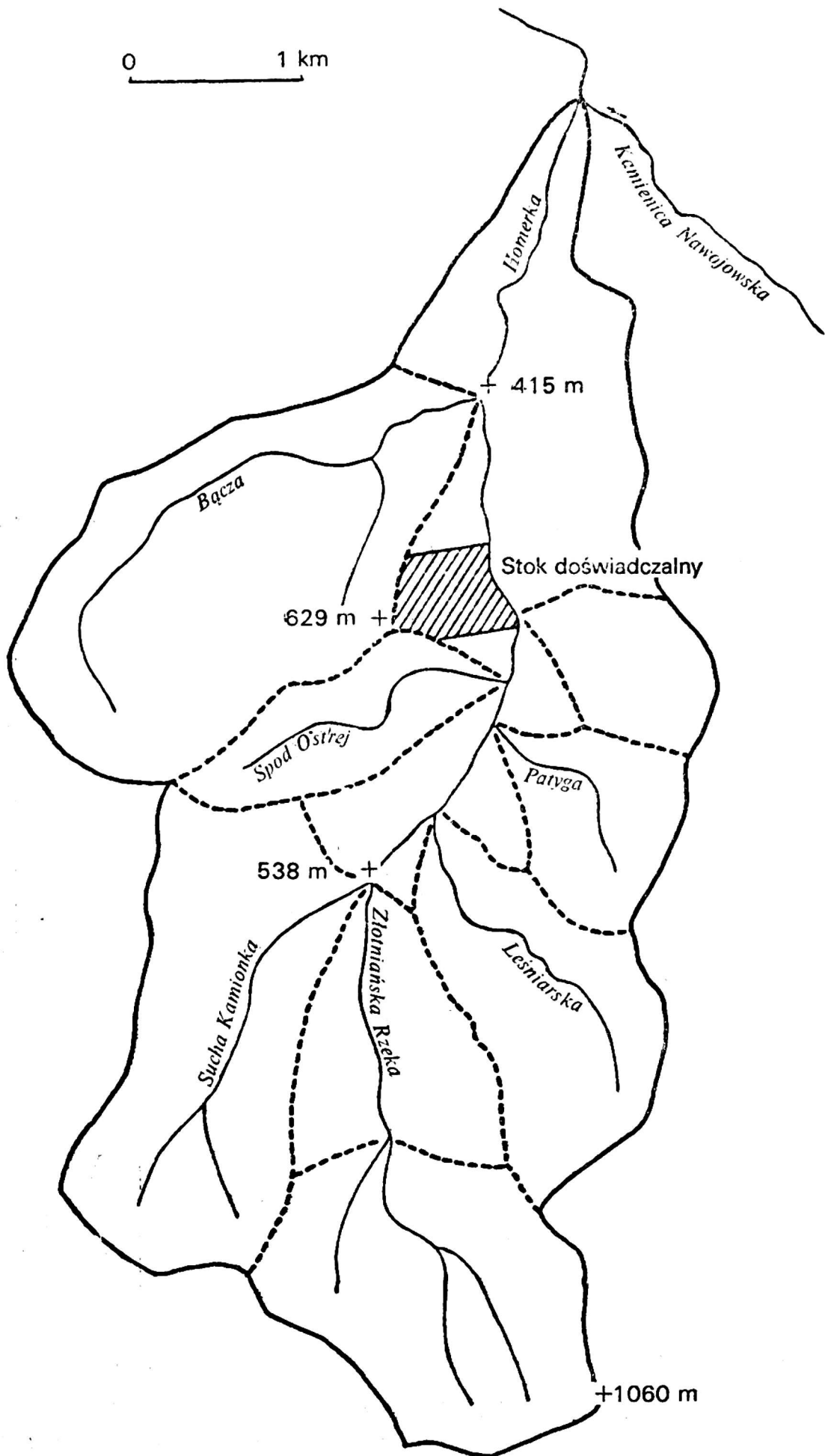
Niekorzystna rola dróg polnych wyraża się głównie w przyspieszaniu spływu wody i erozji na stokach. Gil i Słupik [4] stawiają hipotezę, że materiał unoszony, dostarczany ze stoków do koryta Bystrzanki koło Gorlic w czasie wezbrań, pochodzi głównie z bruzd i dróg polnych. Do podobnego wniosku dochodzi Froehlich [2] w odniesieniu do zlewni Kamienicy Nawojowskiej. Jest to prawdopodobne, jeśli zważyć, że np. w okolicy Szymbarku gęstość bruzd i dróg polnych osiąga 35 km/km<sup>2</sup>, a spływ powierzchniowy w bruzdach wynosi 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub> objętości wody spływającej z całego pola zaoranego [8]. Spływająca z bruzd polnych woda kierowana jest świadomie do dróg polnych, które dostarczają ją wprost do koryta ciek. Dlatego drogi polne są prawdopodobnie głównym dostarczycielem wody ze stoków do koryta ciek w czasie wezbrania [9].

Gęstość dróg polnych oraz ich odpowiednie prowadzenie i konserwacja w terenach górskich nabiera istotnego znaczenia z punktu widzenia ochrony przeciwpowodziowej, ochrony gleb przed erozją i ochrony zasobów wody w glebie.

Powstaje pytanie: jak prowadzić drogi polne, jaką ustalić ich gęstość w aspekcie racjonalnej gospodarki przestrzennej w górach? Odpowiedź na to pytanie jest trudna, gdyż do tej pory brak badań ilościowych konkretyzujących relacje pomiędzy natężeniem procesów spływu wody i erozji w drogach polnych w stosunku do koryta ciek i powierzchni stoku. Badania takie rozpoczęto w 1976 r. w zlewni Homerki w Beskidzie Sądeckim na stoku doświadczalnym. Obok znaczenia praktycznego, celem tych badań jest poznanie udziału dróg polnych w kształtowaniu odpływu i transportu zwietrzelin w małej zlewni beskidzkiej. Niniejsze opracowanie prezentuje pierwsze wyniki badań od września 1976 do kwietnia 1977 roku. Kontynuacja systematycznych pomiarów powinno doprowadzić do zebrania materiałów upoważniających do wyciągnięcia udokumentowanych wniosków praktycznych.

#### TEREN BADAŃ

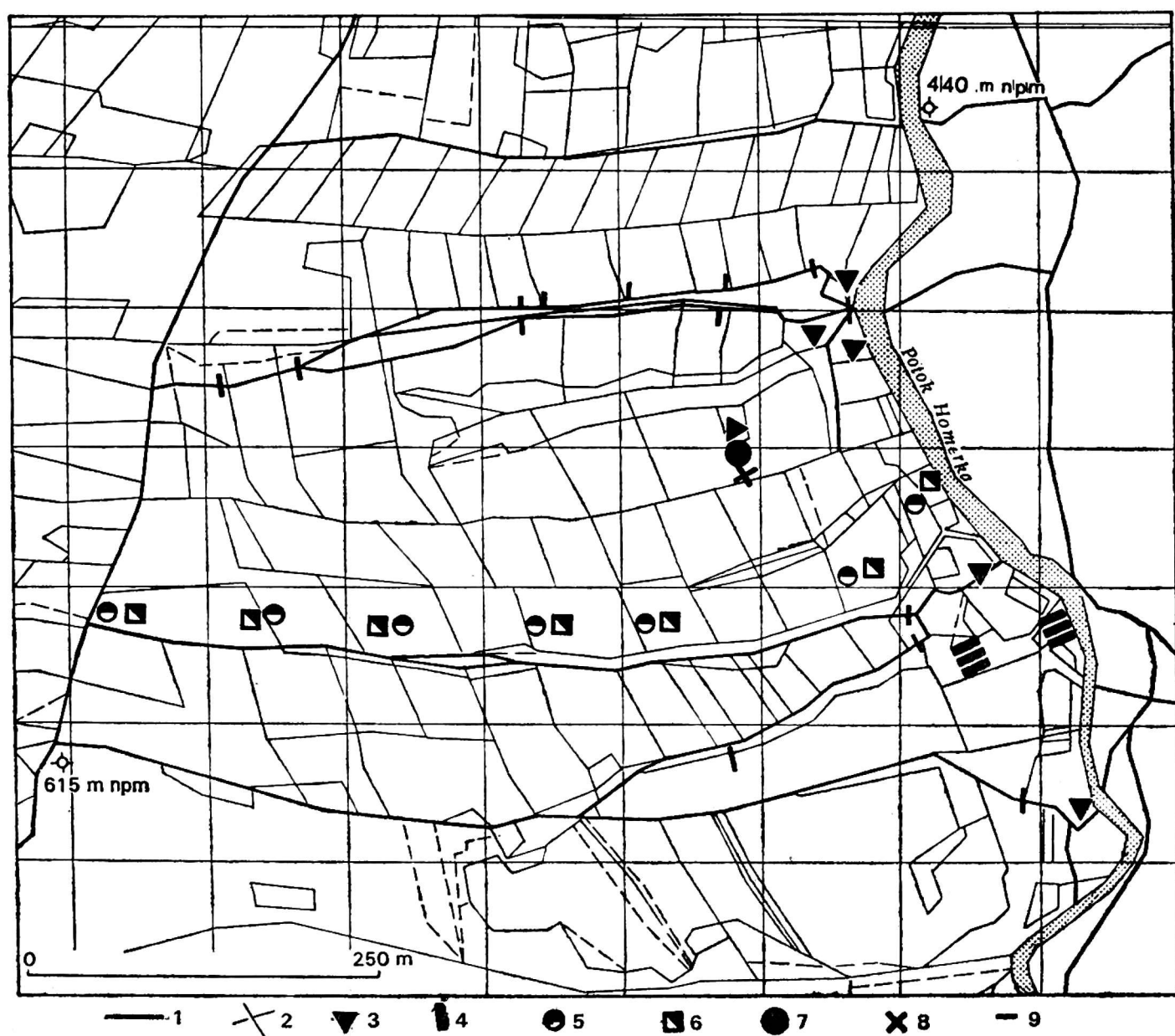
Potok Homerka jest dopływem Kamienicy Nawojowskiej i odwadnia fragment północnego skłonu pasma Jaworzyny Krynickiej. Powierzchnia zlewni zamkniętej przekrojem hydrometrycznym wynosi 18 m<sup>2</sup> (rys. 1). Teren ten wznosi się od 425 do 1060 m npm i jest zbudowany z warstw fliszu karpackiego. Dolna część zlewni Homerki położona jest w obrębie wysokich pogórzy wzniesionych do wysokości 560 m npm, zbudowanych głównie z piaskowcowo-lupkowych warstw beloweskich, okrytych gliniasto-gruzowym płaszczem zwietrzelin. Jest to teren wylesiony, użytkowany



Rys. 1. Zlewnia potoku Homerka w Beskidzie Sądeckim

rolniczo co najmniej od XVII wieku [7]. W pozostałej części dominują lasy regla dolnego, które rosną na szkieletowych glebach gliniastych, okrywających piaskowcowo-lupkowe warstwy magurskie. Zlewnia Homerki posiada zatem typowo beskidzką rzeźbę niskich gór fliszowych, do której nawiązują inne cechy środowiska geograficznego [11]. Stok doświadczalny (rys. 2) reprezentuje beskidzki stok użytkowany rolniczo, wylesiony w okresie lokalizacji wsi według prawa wołoskiego w XVI lub XVII wieku [7].

W nawiązaniu do rozpoczętych w 1973 r. badań odpływu i transportu zwietrzelin w korycie Homerki i kilku jej odpływach, prowadzone są badania w obrębie stoku doświadczalnego nad transformacją opadu w odpływ [3]. Stok doświadczalny obejmuje powierzchnię 28 ha. Zajęty jest



Rys. 2. Stok doświadczalny w zlewni Homerki

1 — drogi, 2 — granice pól, 3 — przelew pomiarowy, 4 — pomiar spływu powierzchniowego, 5 — piezometry, 6 — pomiar wilgotności gleby, 7 — pomiar opadów deszczu i śniegu, 8 — pomiar temperatury i zamarzania gruntu, 9 — profil erozyjny na drodze polnej

przez użytki rolne, głównie grunty orne uprawiane w poprzek spadku (rys. 2). Działki polne oddzielone są od siebie bruzdami, które odprowadzają wodę spływającą z pól do dróg polnych. Biegają one zgodnie ze spadkiem od działu wodnego do koryta cieką (rys. 2), stanowiąc epizodycznie odwadnianie cieką. W ciągu kilku wieków gospodarki rolnej na tym terenie drogi polne przekształciły się w wąwozy wcięte na głębokość kilku metrów. Ciągłe pogłębianie przez erozję drogi uniemożliwiają często dojazd do pól. Zmusza to rolników do tworzenia nowej drogi, która zajmuje kilkumetrowej szerokości pas równoległy do starej drogi. Tym sposobem ulega poszerzeniu kosztem areału pól ornych strefa przyspieszonego spływu wody i erozji w obrębie stoku. Drogi polne są źle konserwowane i spełniają rolę drenów szybko odprowadzających wody opadowe i roztopowe do koryta Homerki. Nawet po niewielkich opadach rzędu kilku mm formuje się w nich spływ powierzchniowy, ponieważ utwardzone podłoże nie sprzyja wsiąkaniu wody. Po opadach deszczu oraz po zakończeniu roztopów głęboko wcięte drogi drenują wodę z pokryw zwietrzelinowych, a nawet z podłoża skalnego. Ta zamiana filtracji wody w gruncie na spływ wody po powierzchni zmniejsza stan retencji wody w glebie i przyspiesza wędrówkę wody w profilu podłużnym stoku. Długość dróg polnych w zlewni Homerki pomierzona na mapie w skali 1:25 000 wynosi 96 km. Odpowiada to gęstości 5,34 km/km<sup>2</sup>. Ponad 40% tej wartości przypada na drogi biegnące zgodnie ze spadkiem terenu. Są to wartości zaniżone w stosunku do rzeczywistych, ponieważ na mapie w skali 1:25 000 nie są zaznaczone wszystkie drogi. Przykładowo, na stoku doświadczalnym gęstość sieci dróg pomierzona na mapie w skali 1:25 000 wynosi 7,86 km/km<sup>2</sup>, a w rzeczywistości 11,87 km/km<sup>2</sup>.

Wszystkie drogi w obrębie stoku doświadczalnego znajdują się pod obserwacją. W pobliżu połączenia dróg z korytem potoku mierzy się systematycznie spływ wody, ilość zwietrzelin unoszonych do koryta Homerki oraz tempo pogłębiania dróg w 30 wybranych przekrojach poprzecznych. Dla porównania mierzy się również spływ wody po powierzchni pól u podnóża stoku i w dnie doliny nad brzegiem koryta potoku. Wyniki tych pomiarów są porównywane z wartościami odpływu i transportu rumowiska rejestrowanymi w przekroju hydrometrycznym Homerki [3].

#### SPŁYW WODY DROGAMI POLNYMI

Maksymalne miesięczne przepływy drogami polnymi z powierzchni 28 ha wynoszą ponad 60 l/sekundę. Zarejestrowano je w marcu, w okresie roztopowym. Nie są to wartości duże, gdyż przebieg pogody zimą 1976/77 sprzyjał wsiąkaniu, a ilość wody nagromadzona w pokrywie śnieżnej była mała. Świadczą o tym również niskie przepływy wezbrania

Tabela

Spływ wody i erozja na drogach polnych w porównaniu do powierzchni stoku i zlewni Homerki w okresie od 1 listopada 1976 r. do 30 kwietnia 1977 r.

	Listopad	Grudzień	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień
Maksymalny spływ jednostkowy l/min . ha						
Homerka	37,9	42,1	46,4	79,7	93,7	61,5
Drogi	60,0	55,0	45,0	110,0	211,0	80,0
Maksymalny przepływ m <sup>3</sup>						
Homerka	0,683	0,757	0,836	1,435	1,688	1,107
Drogi	0,017	0,015	0,013	0,031	0,061	0,022
Objętość spływu po powierzchni stoku, m <sup>3</sup> , w pasie odpowiadającym szerokości drogi (3 m)						
U podnóża stoku	0,008	.	0,008	0,481	0,324	0,005
Nad brzegiem						
koryta	0,005	.	0,004	.	.	.
Suma opadu, mm						
Homerka	65,2	53,2	40,9	65,8	67,0	70,4
Maksymalna koncentracja materiału, g/m <sup>3</sup>						
Homerka	158	56	41	313	119	211
Drogi	1736	63	.	491	574	986
Średnia koncentracja materiału, g/m <sup>3</sup> , w pasie odpowiadającym szerokości drogi (3 m)						
U podnóża stoku	15	.	52	27	35	31
Nad brzegiem						
koryta	22	.	45	.	.	29

w potoku Homerka. Mimo to, maksymalny spływ jednostkowy na drogach polnych był ponad 100% większy niż z całej zlewni (tabela). Spływ wody po powierzchni stoku był bardzo mały w stosunku do spływu na drogach polnych. Maksymalne objętości wody spływającej w ciągu całego miesiąca w pasie 3 m, odpowiadającym szerokości drogi wynosiły 481 l w lutym i 324 l w marcu. W tych miesiącach maksymalny przepływ na jednej tylko drodze osiągnął 10,57 l/s w lutym, a 23,40 l/ w marcu. Droga polną spływa zatem objętość wody rzędu kilkuset litrów w ciągu niepełnej minuty, podczas gdy z powierzchni pól podobna objętość wody gromadziła się w ciągu całego miesiąca (tabela). Pierwsze ilościowe porównania wskazują, że w czasie małych wezbrań roztopowych dostawa wody spływającej ze stoków do koryta potoku po powierzchni gruntu byłaby tysiące razy mniejsza bez udziału dróg polnych. W tym samym okresie (luty, marzec 1977 r.) maksymalny przepływ w potoku Homerka wynosił 1,435 m<sup>3</sup>/s w lutym i 1,688 m<sup>3</sup>/s w marcu. Odpowiada to wartościom spływu jednostkowego 79,7 l/s·km<sup>2</sup> w lutym i 93,7 l/s·km<sup>2</sup> w marcu 1977

roku. Są to wartości niewielkie w porównaniu z ekstremalnymi. W okresie prowadzenia badań odpływu w potoku Homerka, tj. w latach 1973-1977, maksymalny obserwowany spływ jednostkowy wyniósł  $1183 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  (13 VI 1974), a minimalny  $0,8 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  (4 XI 1974), co odpowiada przepływowi  $21,3 \text{ m}^3/\text{s}$  i  $0,014 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dalsze badania na stoku doświadczalnym zmierzają do określenia sposobu i przyczyn formowania wezbrań w małych zlewniach górskich.

#### DOSTAWA ZWIETRZELIN Z DRÓG POLNYCH DO KORYTA CIEKU

Koncentracja zwietrzelin w wodzie spływającej drogami polnymi do koryta Homerki jest bardzo zróżnicowana. W listopadzie 1976 r. stwierdzono na jednej z dróg maksymalną koncentrację materiału równą  $337 \text{ g/m}^3$ , a na innej drodze  $6100 \text{ g/m}^3$ . Tak duża rozpiętość uzyskanych danych wskazuje nie tylko na związek transportu zwietrzelin z przepływem wody, lecz także na istotną rolę innych, nieznanych dotąd czynników natury przyrodniczej, jak również antropogenicznej. Sumaryczne wartości w odniesieniu do całego stoku doświadczalnego informują, że maksymalna koncentracja materiału na drogach polnych może być ponad 10-krotnie większa niż w potoku (tabela), choć nie są to rzecz jasna różnice największe. W miesiącach zimowych stwierdzono większą mętność wody w potoku niż na drogach polnych. Te ostatnie prowadzą bowiem w zimie głównie czystą wodę odpływającą ze źródeł. Koncentracja materiału unoszonego w wodzie spływającej po powierzchni stoku jest wielokrotnie mniejsza. Zaznacza się to szczególnie w okresie podwyższonych przepływów (tabela). W listopadzie w czasie spływu wód deszczowych stwierdzono kilkaset razy mniejszą, a w kwietniu kilkadziesiąt razy mniejszą koncentrację materiału unoszonego w wodzie spływającej po powierzchni stoku w stosunku do dróg polnych. Uzyskane wstępne wyniki badań są ilościową dokumentacją przestrzennego zróżnicowania erozji w obrębie zlewni. Prowadzą one do wniosku, że nie jest słuszne odnoszenie do powierzchni stoków współczynnika denudacji wyprowadzonego z badań punktowych w przekroju hydrometrycznym cieku.

#### PROCES POGŁĘBIANIA DRÓG POLNYCH

Analiza 30 przekrojów poprzecznych w charakterystycznych odcinkach dróg polnych wskazuje, że proces pogłębiania dróg postępuje skokowo. W sezonie letnim, mimo niewielkich opadów (VI-X 1976), pogłębianie dróg polnych było szybsze niż w półroczu zimowym (XI 1976-IV 1977). Składa się na to kilka przyczyn. Na lato przypada okres intensywnego użytkowania dróg polnych. Hamowanie metodą zablokowania tylnych kół wozu z żelazną obręczą jest jednym z czynników najbardziej niszczących nieutwardzone podłoże drogi polnej. Powstające koleiny ułatwiają koncen-

tracę spływającej wody i potęgują rozmywanie drogi przez wody deszczowe. W półroczu zimowym użytkowanie dróg jest ograniczone, a równocześnie dochodzą do głosu procesy mrozowe (np. tworzenie się lodu włóknistego) powodując osypywanie się stromych brzegów holwegu. Zimą następuje również przewiewanie cząstek gleby z rozległych powierzchni pól zaoranych do niżej położonych dróg polnych, stanowiących lokalne strefy o mniejszej sile wiatru. W związku z tym w wielu przekrojach poprzecznych obserwuje się nadbudowanie dna drogi polnej w półroczu zimowym. Wstępne wyniki badań wskazywałyby zatem, że proces pogłębiania dróg polnych ma miejsce przede wszystkim w półroczu letnim. Na ten okres przypadałaby również główna faza transportu zwietrzelin z dróg polnych do koryta potoku. Na poszczególnych drogach proces pogłębiania jest bardzo zróżnicowany. Generalnie można stwierdzić, że na stromych, głęboko wciętych drogach jest większy spływ wody, natomiast na użytkowanych od niedawna nowych drogach większe jest nasilenie erozji. Przyczyna jest następująca — głęboko wcięte drogi rozcinają często cały profil pokryw stokowych aż do podłoża skalnego. Odprowadzają zatem do koryta nie tylko wody spływające po powierzchni, ale drenują wodę magazynowaną w glebie. Natomiast drogi nowo utworzone wcięte są płytko w materiał glebowy, podatny na erozję. Dalsze badania pozwolą uściślić mechanizm procesu pogłębiania dróg polnych oraz ustalić tempo pogłębiania holwegów.

#### WNIOSKI

Wstępne wyniki badań ilościowych spływu wody i erozji na drogach polnych na stokach pozwalają bliżej poznać udział dróg polnych w kształtowaniu odpływu i transportu zwietrzelin w potokach beskidzkich. Zmiana gęstości dróg polnych oraz sposobów ich prowadzenia umożliwi wprowadzenie wielu zmian w obiegu wody w obszarach górskich. Zmniejszenie ilości dróg polnych doprowadzi do zwolnienia cyklu wymiany wód opadowych w obrębie stoku. Dotyczy to zredukowania prędkości dopływu wody ze stoków do koryta potoku i zmniejszenia drenażu wilgoci glebowej. Efekty tego będą widoczne w ciekach w postaci zmniejszenia kulminacji i częstotliwości wezbrań. Kolejnym efektem zredukowania ilości dróg polnych będzie zmniejszenie natężenia erozji. Ulegnie ona złagodzeniu również dzięki utwardzeniu nawierzchni i zmianie kół z obręczami metalowymi wozu na ogumione. Dotychczasowe użytkowanie dróg polnych powoduje ciągły wzrost ich gęstości, ponieważ w miejsce starych tworzy się nowe drogi, łatwiejsze do transportu płodów rolnych. Nie pozostaje to bez wpływu na proces pogłębiania koryt rzecznych, a w konsekwencji na obniżenie zwierciadła wód gruntowych w dnach dolin. Wiąże się z tym



przyspieszenie drenażu wód podziemnych przez potoki i zwiększenie amplitudy przepływów ekstremalnych w ciekach. Dalsze badania ilościowe powinny dostarczyć dowodów na poparcie tych hipotetycznych wniosków.

## LITERATURA

1. Figuła K.: Erozja w terenach górskich. Wiad. IMUZ, 1, 4, 1960, s. 109-147.
2. Froehlich W.: Dynamika transportu fluwialnego Kamienicy Nawojowskiej. Pr. geogr. IGiPZ PAN, 114, 1975, ss. 122.
3. Froehlich W., Słupik J.: Metody badań transformacji opadu w odpływ oraz erozji na stoku w zlewni Homerki (Beskid Sądecki). (W:) Zasoby wodne w małych zlewniach. Ocena i gospodarowanie. Kom. Gosp. Wod. PAN, IMUZ Falenty 1977, s. 55-70.
4. Gil. E., Słupik J.: The influence of the plant cover and land use on the surface run-off and wash down during heavy rain. Studia Geomorph. Carpatho-Balcanica 6, 1972, s. 181-190.
5. Klimaszewski M.: Przyczynek do poznania morfologicznej działalności roztopów wiosennych. Czas. geogr., 13, 2-4, 1935, s. 300-304.
6. Prochal P.: Badania nad erozją gleb w terenach górskich. (W:) Procesy erozyjne i problem ochrony gleb w Polsce. PWRiL, 1968, s. 51-92.
7. Reinfus R.: Układy rolne i kształty wsi. (W:) Nad rzeką Ropą. Wyd. Lit., Kraków 1965, s. 13-28.
8. Słupik J.: Zróznicowanie spływu powierzchniowego na fliszowych stokach górskich. Dok. geogr., 2, 1973, ss. 118.
9. Słupik J.: Zastosowanie zdjęć lotniczych w określaniu wpływu bruzd i dróg polnych na strukturę bilansu wodnego stoków górskich. Pr. nauk. UŚI. 126, 1976, s. 31-36.
10. Starkel L.: Rozwój morfologiczny progów Pogórza Karpackiego między Dębicą a Trzcianą. Pr. geogr. IG PAN 11, 1957, ss. 152.
11. Starkel L.: Charakterystyka rzeźby Polskich Karpat (i jej znaczenie dla gospodarki). Probl. zagosp. Ziemi górsk., 10, 1972, s. 75-150.
12. Starkel L.: Problemy regulacji obiegu wody w górach. (W:) Wpływ melioracji wodnych na środowisko geograficzne. 1976, s. 378-391.
13. Ziemiński S.: Ochrona gleb przed erozją wodną stosowana przez rolników w niektórych rejonach Polski. Ann. UMCS, sec. B, 10, 2, 1955.

*Войцех Фрѣлих, Януары Слупик*

**ПОЛЬНЫЕ ДОРОГИ КАК ИСТОЧНИКИ СТОКА ВОДЫ И СМЫВА  
ВЫВЕТРЕННОГО МАТЕРИАЛА В РУСЛО ВОДОТОКА**

**Резюме**

В статье рассматриваются предварительные результаты систематических измерений стока воды и смыва выветренного материала в польных дорогах, проведенных на опытном склоне в водосборе р. Гомерки, за период с ноября

1976 г. по апрель 1977 г. Полевые дороги — неперенный элемент сельскохозяйственных площадей — выполняют в горах отрицательную роль по отношению как географической среды так и хозяйственной деятельности. Поэтому количественные исследования стока и эрозии на полевых дорогах имеют существенное значение для противопаводковой защиты, охраны почв от эрозии и удержания запасов влаги в почвах.

Длина полевых дорог в водосборе р. Гомерки составляет (согласно карте 1:25.000) 96 км, что отвечает густоте дорожной сети 5,34 км/км<sup>2</sup>. На опытном склоне площадью 28 гектаров полевые дороги составляют согласно карте 7,86 км/км<sup>2</sup>, а в действительности — 11,87 км/км<sup>2</sup>. В марте 1977 г., в период снеготаяния с малой интенсивностью, единичный сток с полевых дорог на опытном склоне был на свыше 100% больше, чем с водосбора потока Гомерка, осущающего сельскохозяйственные и лесные площади. Вдоль полевых дорог стекал в поток объем воды разряда нескольких литров на минуту, тогда как сходный объем воды стекающей с полей накапливался у подножья склона в течение месяца. Наблюдалась 10-кратно высшая чем в потоке максимальная концентрация выветренного материала в полевых дорогах (ноябрь 1976 г.: полевые дороги — 1736 г/м<sup>3</sup>, поток Гомерка — 158 г/м<sup>3</sup>). В период повышенных уровней воды в потоке концентрация влекомых наносов была всегда выше в полевых дорогах (табл. 1). В воде стекающей с поверхности полей концентрация взвешенного материала была на много раз выше. Анализ 30 периодически контролируемых поперечных разрезов полевых дорог показывает, что процесс углубления дорог продвигается прыжкообразно. Летом (июнь — октябрь 1976 г.) углубление дорог происходило более быстрыми темпами, чем в зимний период (ноябрь 1976 г. — апрель 1977 г.). Это связано с интенсивным использованием дорог летом. Зимой морозные процессы вызывают обсыпывание выветренного материала с крутых берегов глубоких дорог в оврагах, а выдувание частиц почвы со вспаханных полей вызывает эоловую аккумуляцию в днах дорожных оврагов. В связи с этим во многих поперечных разрезах наблюдалось повышение дна полевых дорог после зимнего периода.

В общем можно констатировать, что в старых глубоко врезанных полевых дорогах выше сток воды, а в новых недавно используемых полевых дорогах выше интенсивность эрозии. Актуальный способ использования полевых дорог в горах приводит к их все большему сгущению, поскольку вместо старых непригодных для транспорта дорог закладываются новые дороги, более удобные для использования. С другой стороны, рациональное хозяйство водных и почвенных ресурсов в горах требует сокращения количества полевых дорог.

*Wojciech Froehlich, January Słupik*

## FIELD ROADS AS SOURCES OF WATER AND SEDIMENT CONTRIBUTION TO STREAM CHANNEL

### Summary

Preliminary results of systematic measurements of water runoff and weathered material transport in field roads on an experimental slope in the Homerka stream catchment area for the period from November 1976 to April 1977 are presented

in the paper. Field roads — an indispensable element of agricultural areas — fulfil in mountains an unfavourable role in relation both to the geographic milieu and to the economic activity. Therefore, the quantitative investigations of the runoff and erosion in field roads are of significance for the flood control, the soil protection against erosion and the maintenance of water reserves in soil.

The length of field roads in the Homerka stream catchment area is (according to the map 1:25,000) 96 km, what corresponds with the road network density of 5.35 km/km<sup>2</sup>. On the experimental slope with the area of 28 hectares, the road network density, according to the map, is 7.86 km/km<sup>2</sup> and 11.87 km/km<sup>2</sup> according to the actual state. In March 1977 at the snowmelt of a low intensity the unit runoff from field roads on the experimental slope was more than 100% higher than from the catchment area of the Homerka stream, draining agricultural and forest areas. Along the field road the water volume of the order of several hundred liters per minute flowed into the stream, whereas for the accumulation of a similar water volume at the slope foot 1 month was needed. Tenfold higher maximum concentration of weathered material than in the stream was recorded in field roads (November 1976: field roads — 1736 g/m<sup>3</sup>, Homerka stream — 158 g/m<sup>3</sup>). In the period of higher water levels in the stream the concentration of transported solids was always higher in field roads (Table 1). In water flowing over the surface of fields the concentration of transported solids was many times less. The analysis of 30 periodically controlled cross-sections of field roads has proved that the field road deepening process is advancing by jumps. In the summer season (June — October 1976) the deepening of field roads was quicker than in the winter season (November 1976 — April 1977). It was connected with intensive utilization of roads in summer. In winter frost processes cause shedding of weathered material from margins of steep field road gullies and blowing away of soil particles from ploughed fields, what leads to aeolic accumulation in bottoms of field road gullies. In this connection in many cross-sections a growth of the field road surface after the winter period was observed.

Generally, in winter the runoff is higher in old deep gullies of field roads, whereas in new field roads utilized within a relatively short time higher is the erosion intensity. The present field road utilization way leads to their higher density, as in place of old roads unsuitable for transport, new roads, more convenient in use are established. On the other hand, for a rational water and soil management in mountains a reduction of the number of field roads is required.